

---

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 2011/2012

Januari 2012

**EEK 472 – ANALISA SISTEM KUASA**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGABELAS** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

**[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].**

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

1. (a) Pertimbangkan dua sumber voltan ideal yang disambungkan dengan talian penghantaran. Talian penghantaran mempunyai galangan ,  $Z = R + jX$  ohm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1(a) di atas. Diberi voltan

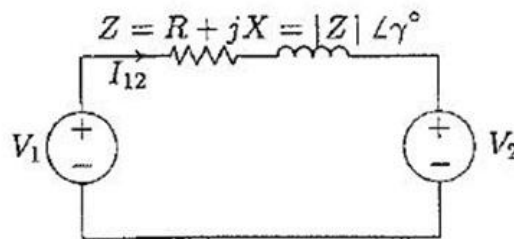
*Consider two ideal voltage sources connected by a transmission line of impedance  $Z=R+jX$  ohm as shown in Figure 1(a) below. The voltages are*

$$V_1 = |V_1| \angle \delta_1$$

$$V_2 = |V_2| \angle \delta_2$$

Andaikan tiada kehilangan kuasa di talian penghantaran, tentukan kuasa purata dan kuasa reaktif pada akhir talian penghantaran. Apakah pemindahan kuasa yang maksimum?

*Assuming there are no transmission line losses, determine the real power and reactive power at the sending end. What is the maximum power transfer?*



Rajah 1(a)  
Figure 1(a)

(40 markah/marks)

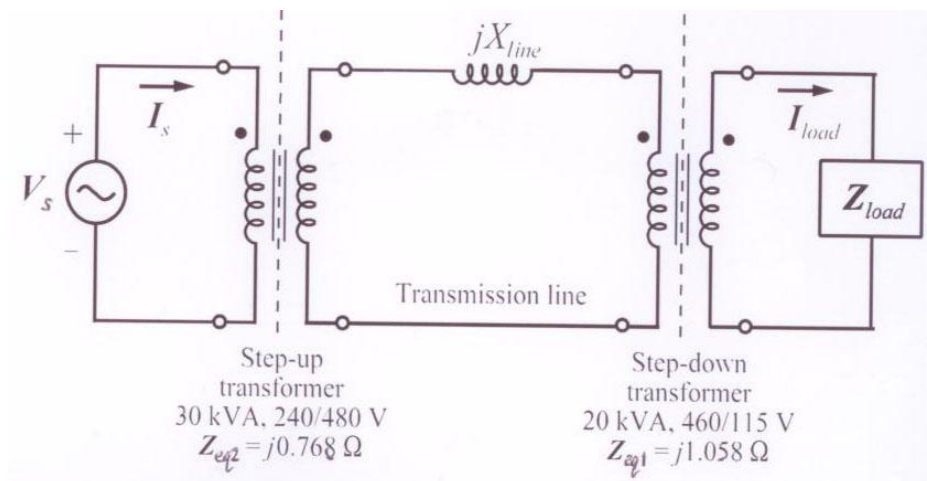
- (b) Diberi  $V_s = 220 \angle 0^\circ$  V,  $X_{line} = 2 \Omega$  and  $Z_{load} = (0.9 + j0.2) \Omega$  di dalam litar dengan dua pengubah seperti yang ditunjuk dalam Rajah 1(b) di bawah,

*Given  $V_s = 220 \angle 0^\circ$  V,  $X_{line} = 2 \Omega$  and  $Z_{load} = (0.9 + j0.2) \Omega$  in the two transformer circuit shown in Figure 1(b) below,*

- (i) Lukis litar per-unit dengan labelkan semua nilai dengan menggunakan nilai asas bagi kuasa ketara  $S_{base} = 30$  kVA dan  $V_{base} = 240$  V pada penjana

*Draw the per-unit circuit, labeling all values with base of apparent power  $S_{base} = 30$  kVA and  $V_{base} = 240$  V at the generator*

- (ii) Tentukan arus beban per-unit dan arus beban sebenar  
*Determine the per-unit load current and the actual load current*



Rajah 1(b)  
Figure 1(b)

(60 markah/marks)

2. (a) Talian penghantaran tiga fasa berukuran 200 km. Rintangan, regangan induktif dan susceptance shunt setiap fasa adalah seperti berikut:

*A three-phase transmission line is 200 km long. The resistance, inductive reactance and shunt susceptance per phase are given as follows:*

$$R=0.032 \, \Omega/\text{km}$$

$$X_L=0.35 \, \Omega/\text{km}$$

$$Y=j4.2 \times 10^{-6} \, \text{S}/\text{km}$$

Beban penuh di hujung penerima talian ialah 707.1 MVA pada faktor kuasa terdedah 0.99 dan pada 327.8 kV. Gunakan talian sederhana model- $\pi$  untuk menentukan yang berikut:

*Full load at the receiving end of the line is 707.1 MVA at 0.99 power factor leading and at 327.8 kV. Use medium line  $\pi$ -model to determine the following:*

- (i) parameter-parameter ABCD talian tersebut  
*ABCD parameters of the line*
- (ii) voltan hujung penghantar, arus dan kuasa sebenar  
*sending-end voltage, current and real power*
- (iii) pengaturan voltan  
*voltage regulation*
- (iv) kecekapan talian penghantaran  
*efficiency of transmission line*

(40 markah/marks)

- (b) Untuk sesuatu talian tiga-fasa, jarak di antara konduktor-konduktor talian kuasa adalah seperti berikut:

*For a three-phase line, spacing of conductors of the power line is given as follows:*

$$D_{13} = 2D_{12} = 2D_{23}$$

Jarak setara sama sisi ialah 3m, kira  $D_{13}$ .

*The equivalent equilateral spacing is 3m, find  $D_{13}$ .*

(20 markah/marks)

- (c) Dengan merujuk kepada Rajah 2(c) di bawah dan diberi  $R=8$  ohm,  $X=6$  ohm, Referring to Figure 2(c) below and given  $R=8$  ohm,  $X=6$  ohm,

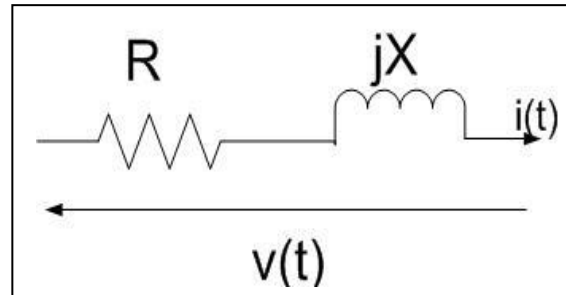
$$v(t) = (\sqrt{2})100 * \sin \omega t \text{ volts, } i(t) = I_m * \sin (\omega t + \delta_i).$$

Tentukan:

*Determine:*

- (i) faktor kuasa beban  
*load power factor*
- (ii) nilai maksimum kuasa seketika yang dihantar kepada beban,  $p(t)$   
*maximum value of Instantaneous power delivered to the load,  $p(t)$*

(40 markah/marks)

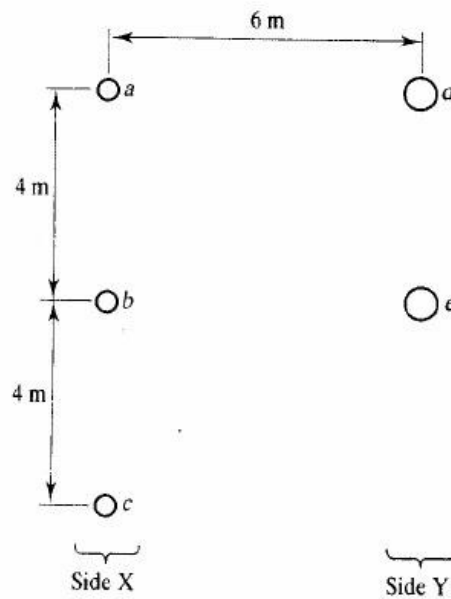


Rajah 2(c)  
Figure 2(c)

3. (a) Cari induktans per unit panjang daripada talian satu-fasa yang ditunjukkan dalam Rajah 3 (a). Konduktor *a*, *b* dan *c* mempunyai jejari sebanyak 0.2 cm, dan konduktor *d* dan *e* mempunyai jejari sebanyak 0.4 cm.

*Find the inductance per unit length of the single-phase line shown in Figure 3(a). Conductors a, b and c are of 0.2 cm radius, and conductors d and e are of 0.4 cm radius.*

(30 markah/marks)

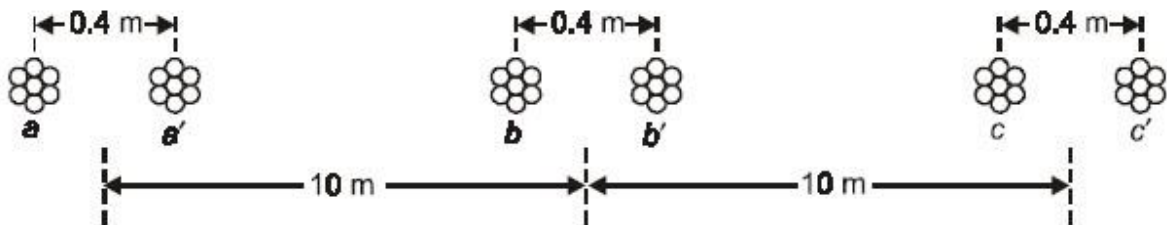


Rajah 3(a)  
Figure 3(a)

(b) Rajah 3(b) di bawah menunjukkan talian tiga fasa 50 Hz, 250 km panjang yang dialih sepenuhnya mempunyai jarak fasa mendatar rata 10 m di antara konduktor-konduktor bersebelahan. Jika jejari luar ialah 1.2 cm dan voltan talian ialah 220 kV, tentukan arus mengecaj sefasa dan jumlah kuasa reaktif dalam MVAR yang dibekalkan oleh kapasitans talian. (Permitiviti ialah  $8.85 \times 10^{-12}$  F/m).

*Figure 3(b) below shows a completely transposed 50 Hz, 250 km long three phases line has flat horizontal phase spacing with 10 m between adjacent conductors. If the outside radius is 1.2 cm and the line voltage is 220 kV, determine the charging current per phase and the total reactive power in MVAR supplied by the line capacitance. (Permittivity is  $8.85 \times 10^{-12}$  F/m).*

(40 markah/marks)

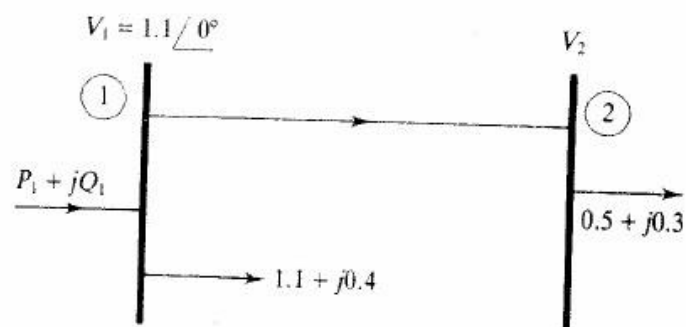


Rajah 3(b)  
Figure 3(b)

- (c) Satu sistem dua-bas dengan data yang ditunjukkan dalam Rajah 3(b).  $Y_{11} = Y_{22} = 1.6 \angle -80^\circ$  pu dan  $Y_{21} = Y_{12} = 1.9 \angle 100^\circ$  pu. Kira voltan per unit pada bas 2 untuk dua ulangan yang pertama dengan menggunakan kaedah Gauss-Seidel.

A two-bus system is shown in the Figure 3(b). The data of the system is as  $Y_{11} = Y_{22} = 1.6 \angle -80^\circ$  pu and  $Y_{21} = Y_{12} = 1.9 \angle 100^\circ$  pu. Calculate the per-unit voltage at bus 2 for the first two iterations using Gauss-Seidel method.

(30 markah/marks)



Rajah 3(b)  
Figure 3(b)

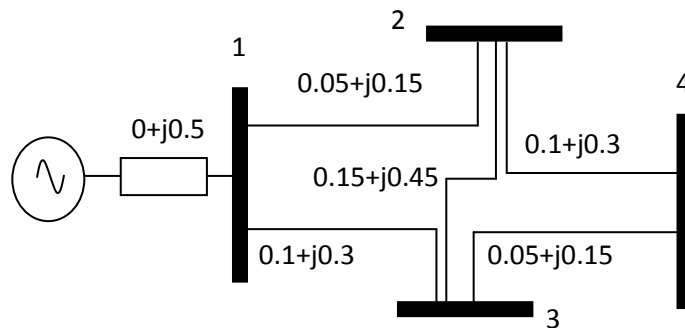


4. (a) Rajah 4(a) menunjukkan sistem kuasa 4-bas ringkas. Nilai-nilai galangan ditandakan dalam gambarajah. Dapatkan yang berikut:

*Figure 4(a) shows a simple 4-bus power system. The impedance values are marked in the figure. Obtain the following:*

- (i)  $Y_{bus}$ , matriks admittas bas  
 *$Y_{bus}$ , bus admittance matrix*
- (ii)  $Z_{bus}$ , matriks impedans bas  
 *$Z_{bus}$ , bus impedance matrix*

(40 markah/marks)



Rajah 4(a)  
*Figure 4 (a)*

- (b) Untuk sistem yang ditunjukkan di dalam Rajah 4(b) di bawah, matriks admitans bus adalah seperti berikut:

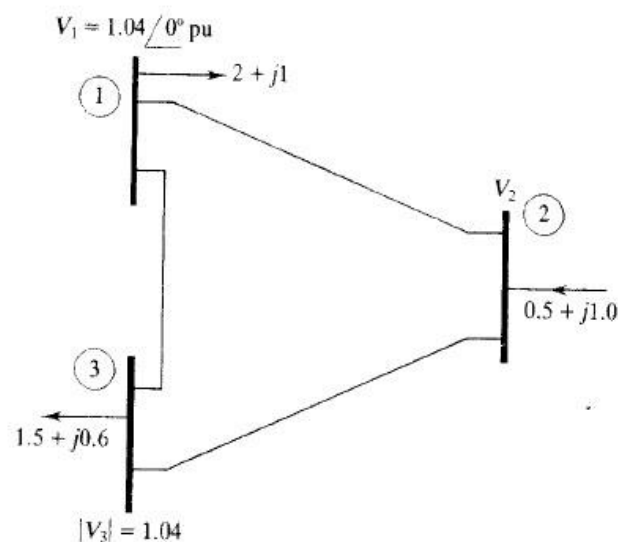
*For the system shown in Figure 4(b) below, the bus admittance matrix is given as follows:*

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} 24.23 \angle -75.95^\circ & 12.13 \angle 104.04^\circ & 12.13 \angle 104.04^\circ \\ 12.13 \angle 104.04^\circ & 24.23 \angle -75.95^\circ & 12.13 \angle 104.04^\circ \\ 12.13 \angle 104.04^\circ & 12.13 \angle 104.04^\circ & 24.23 \angle -75.95^\circ \end{bmatrix} \text{ pu}$$

Diberikan voltan per-unit dan kuasa seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah, dapatkan nilai-nilai untuk  $V_2$  yang dihasilkan melalui ulangan pertama dengan cara Newton-Raphson.

*Given the per-unit voltages and power as shown in the figure, obtain the values for  $V_2$  which are produced by the first iteration of Newton-Raphson method.*

(60 markah/marks)

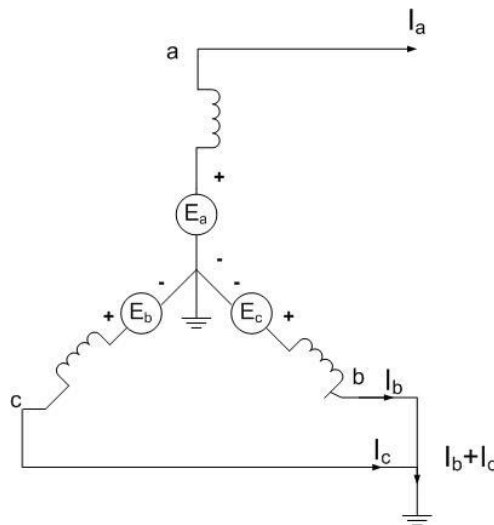


Rajah 4(b)  
Figure 4(b)

5. (a) Bangunkan rangkaian jujukan untuk penjana tanpa beban dengan gangguan talian gandaan ke-bumi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5(a) di bawah.

*Develop the sequence network for an unloaded generator with a double line-to-ground fault as shown in Figure 5(a) below.*

(40 markah/marks)



Rajah 5(a)  
Figure 5(a)

- (b) Regangan jujukan positif, negatif dan sifar bagi penjana segerak 20 MVA, 13.2 kV ialah 0.3 pu, 0.2 pu dan 0.1 pu, masing-masing. Penjana dibumikan secara terus dan tidak dimuatkan. Abaikan semua rintangan. Diberi  $E_a = 1 \angle 0^\circ$  pu, tentukan arus gangguan apabila gangguan talian gandaan ke-bumi berlaku di terminal penjana. Cari juga voltan talian bagi kes ini.

*The positive-, negative-, and zero-sequence reactances of a 20 MVA, 13.2 kV synchronous generator are 0.3 pu, 0.2 pu, and 0.1 pu, respectively. The generator is solidly grounded and is not loaded. Neglecting all the resistances. Given  $E_a = 1 \angle 0^\circ$  pu, determine the fault current when a double line-to-ground fault occurs at the generator terminal. Find also the line voltages.*

(60 markah/marks)

...12/-

6. (a) Satu penjana segerak 50 Hz mampu membekalkan kuasa 400 MW disambungkan kepada sebuah sistem kuasa yang besar dan menghantarkan 80 MW apabila gangguan tiga fasa berlaku di terminal, tentukan:

*A 50 Hz, synchronous generator capable of supplying 400 MW of power is connected to a large power system and is delivering 80 MW when a three phase fault occurs at its terminals, determine:*

- (i) masa di mana gangguan mestilah dibersihkan jika sudut kuasa maksimum menjadi 85 darjah. Andaikan  $H = 7 \text{ MJ / MVA}$  berdasarkan asas 100 MVA

*the time in which the fault must be cleared if the maximum power angle is to be 85 degree. Assume  $H = 7 \text{ MJ/MVA}$  in a 100 MVA base*

- (ii) sudut pembersihan kritikal  
*the critical clearing angle*

(40 markah/marks)

- (b) Sebuah penjana bergerak disambungkan kepada sistem kuasa yang besar dan membekalkan 0.4 pu MW daripada kapasiti kuasa maksimumnya. Suatu gangguan tiga fasa terjadi dan voltan terminal efektif penjana menjadi 25% daripada nilai sebelum gangguan. Apabila gangguan itu dibersihkan, penjana menghantarkan 70% daripada nilai maksimum kuasa asal. Lukiskan ciri-ciri  $P-\delta$  dan tentukan sudut pembersihan kritikal.

*A synchronous generator is connected to a large power system and supplying 0.4 pu MW of its maximum power capacity. A three phase fault occurs and the effective terminal voltage of the generator becomes 25% of its value before the fault. When the fault is cleared, generator is delivering 70% of the original maximum power value. Draw the  $P-\delta$  characteristic and determine the critical clearing angle.*

(60 markah/marks)

ooo0ooo